



04 MAY 2004

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

REC'D 01 JUN 2004

WIPO

PCT

**Aktenzeichen:** 103 23 505.1

**Anmeldetag:** 24. Mai 2003

**Anmelder/Inhaber:** SMS Demag AG, 40237 Düsseldorf/DE

**Bezeichnung:** Verfahren zur Erzeugung einer Schaum Schlacke  
auf hochchromhaltigen Schmelzen in einem  
Elektroofen

**IPC:** C 21 C, F 27 B

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der  
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 27. April 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident  
im Auftrag

Agurks

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

23. MAI 2003

40 390

**SMS Demag AG, Eduard-Schloemann-Str. 4, 40237 Düsseldorf**

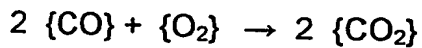
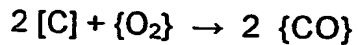
**Verfahren zur Erzeugung einer Schaumslagge auf hochchromhaltigen  
Schmelzen in einem Elektroofen**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erzeugung einer Schaumslagge auf hochchromhaltigen Stahlschmelzen in einem Elektrolichtbogenofen, wobei ein Gemisch aus einem Metalloxid und Kohlenstoff in den Ofen eingegeben, in der Slagge das Metalloxid durch den Kohlenstoff reduziert wird und die entstehenden Gase durch Blasenbildung das Slaggenaufschäumen hervorrufen.

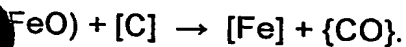
Beim Betreiben von Elektrolichtbogenöfen werden die Charge, d.h. vor allem Schrott, und Legierungen mit den Lichtbögen der Elektroden, die von oben in das Ofengefäß ragen, aufgeschmolzen. Hierbei erfüllt die Slagge neben ihrer Primärfunktion, d.h. der Entfernung von unerwünschten Bestandteilen aus der Schmelze, eine Schutzfunktion im schaumförmigen Zustand. In diesem Zustand umhüllt die Slagge den Raum zwischen den Elektrodenenden und der Metalloberfläche und schützt die Feuerfest-Ausmauerung des Ofens vor der Strahlungsenergie des Elektrolichtbogens. Aufgrund der schwachen Wärmeleitfähigkeit der aufgeschäumten Slagge wird die Strahlung des Lichtbogens gegenüber der Wandung des Elektroofens stark reduziert und damit das Energieeinbringen in die metallische Schmelze verbessert.

Bei nicht rostfreien Stählen bzw. Stählen mit niedrigem Chrom-Gehalt wird die Schaumslagge durch gleichzeitiges Einblasen von Kohlenstoff und Sauerstoff

auf die Schlacke bzw. in das Stahlbad erzeugt. Das bei den ablaufenden Reaktionen



entstehendes Gas führt zu einem Aufschäumen der Schlacke. Zudem reduziert der Kohlenstoff das Eisenoxid zu Eisen und ebenfalls zu Kohlenmonoxid laut



Die aufgeschäumte Schlacke hüllt die Elektroden ein und befindet sich als Schutzschicht zwischen den elektrischen Lichtbögen und der Ofenwandung.

Bei hochchromhaltigen Schmelzen reagiert der eingeblasene Kohlenstoff prinzipiell als Reduktionselement des Chromoxids. Die o.g. Reaktionen haben in dem metallischen Bad geringe Bedeutung. Zudem ist auch der Gehalt an Eisenoxid in der Schlacke zu gering, um eine Aufschäumung der Schlacke zufrieden stellend zu garantieren. Insgesamt ist es bei hochchromhaltigen Schmelzen wegen der erwähnten Unterschiede schwierig, in der Überhitzungsphase eine schäumende Schlacke zu erzeugen.

Hierzu schlägt die EP 0 829 545 B1, die ein Verfahren zur Herstellung einer Schaumsschlacke auf schmelzflüssigen rostfreiem Stahl in einem Elektroofen betrifft, vor, dass in die Schlacke ein Pulver eingeführt wird, das sich aus einem Metalloxid, entweder Zinkoxid oder Bleioxid, und Kohlenstoff zusammensetzt. Das in dem Pulver enthaltene Oxid wird reduziert, indem es mit dem Kohlenstoff reagiert. In der Schlacke werden Blasen gebildet, die im Wesentlichen aus dem Kohlenmonoxid bestehen, wobei die in der Schlacke enthaltenen Blasen die Schlacke auf-

schäumen lassen. Das Pulver wird hierzu mit Hilfe eines Injektionsmediums, beispielsweise Stickstoff, in die Schlacke eingeführt.

Nach dem Stand der Technik wird demnach das reaktionsfähige Gemisch als Pulver in die Schlacke bzw. die Schmelze eingeführt. Aufgrund der mit der Pulverform verbundenen relativ großen Oberfläche kommt es zu einer kurzen, heftigen Reaktion. Zudem findet die Reaktion örtlich begrenzt in der Nähe der Einspritz- bzw. der Einblasvorrichtung und hier insbesondere an der Spitze der Einblaslanze im Schmelzbad statt.

Ausgehend von einem derartigen Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Erzeugung einer Schaumslagge auf schmelzflüssigem hochchromhaltigen Stählen in einem Elektroofen zu schaffen, wobei die Vorgänge, die die Schaumreaktion auslösen, kontrolliert ablaufen sollen.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterentwicklungen sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Nach der Erfindung wird ein Gemisch aus einem Metalloxid und Kohlenstoff nicht als Pulver, sondern als gepresste und/oder mit einem Bindemittel versehene Formteile in den Ofen chargiert. Neben der bevorzugten Pelletform ist beispielsweise auch eine andere Form, wie die Briquetform, möglich. Durch gezielte Einstellung der Eigenschaften der Formteile, nachfolgend als Pellets konkretisiert, wird im Gegensatz zu einem Einsatz in Pulverform die Gasentwicklung hinsichtlich Ort, Art und Zeit – insbesondere des zeitlichen Startpunkts, der Geschwindigkeit, des Grads der Reaktion und/oder der Länge der Reaktion – kontrollierbar.

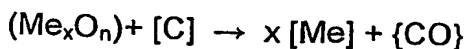
Insbesondere werden die Dichteigenschaften der Pellets über den Pressdruck und/oder die Art und Menge eines beigemischten Eisenträgers, beispielsweise Ferronickel, und eines Bindemittels eingestellt. Hierbei wird nach einer bevorzug-

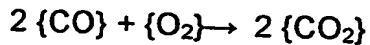
ten Variante die Dichte der Pressteile so eingestellt, dass die Pellets in der Schlacke nahe oder unmittelbar an der Phasengrenze Metall-Schlacke selbst schwimmen. Durch die Zugabe des Eisenträgers wird sichergestellt, dass die Pellets schwerer sind als Schlacke, aber leichter sind als die Metallschmelze. Die Gasentwicklung läuft somit örtlich definiert ab, nämlich in der Schlacke an der Grenze Metall und Schlacke. Auf diese Weise kommt es zu keiner Berührung zwischen Pellets und Metallbad, wodurch ein Aufkohlen der Schmelze verhindert wird. Es ist auch möglich, die Pelleteigenschaften so einzustellen, dass sie eine unterschiedliche Platzierung zwischen dem Schmelzebad und der Schlacke annehmen können. Dann wird gewährleistet, dass die Schaum auslösenden Vorgänge nur in der Schlacke ablaufen, um somit die Effektivität zu erhöhen.

Des Weiteren sollen die Pellets eine solche Dichte bzw. Verpressung aufweisen, dass sie gleichmäßig und nur langsam zerfallen, wobei die Gasentwicklung und damit die Aufschäumreaktion gleichmäßig und relativ lange abläuft. Über eine noch stärkere Pressverdichtung ist es darüber hinaus möglich zu erreichen, dass die Reaktionen zeitverzögert ablaufen. Dies verhindert eine zu frühzeitige Reaktion bzw. gewährleistet den Start der Reaktion erst dann, wenn die Pellets in der Schlacke verteilt sind.

Die Gasentwicklung kann des Weiteren auch durch die Größe der Pellets gezielt eingestellt werden. Dadurch, dass die Pellets einen im Verhältnis größeren Durchmesser und damit eine kleinere Oberfläche im Vergleich zu Pulver haben, kann die Aufschäumreaktion relativ lange bei gleichmäßiger Gasentwicklung aufrechterhalten bleiben.

Bei den Grundbestandteilen Metall- (Me) oxid und Kohlenstoff laufen folgende Reaktionen ab:





Für das Gemisch zur Herstellung der Pellets können Abfallprodukte aus der Stahlherstellung verwendet werden, wie beispielsweise Kohlenstoff von Restelektroden oder Abfallzunderteile. Insbesondere bei solchen Gemischen empfiehlt sich der Einsatz von Bindemitteln.

Neben den Grundelementen Metalloxid und Kohlenstoff wird zusätzlich ein Schlackenbildner, insbesondere Kalkstein, in die vorgeschlagene Pelletform verpresst.

Aufgrund des Kalksteins wird die gewünschte CO/CO<sub>2</sub>-Bildung zusätzlich verstärkt.

Des Weiteren kann zusätzlich einen Schlackenverflüssiger, vorzugsweise CaF<sub>2</sub>, mit verpresst bzw. gebunden werden. Damit wird dem Umstand entgegen gewirkt, dass chromhaltige Schlacken mit steigendem Chromoxidgehalt immer zähflüssiger werden.

Auch empfiehlt es sich, ein Reduktionsmittel, wie Silizium und/oder Aluminium, in einen Teil der Pellets, insbesondere zusammen mit Kalkstein, einzupressen, um den Chromoxidgehalt in der Schlacke zu kontrollieren. Diese Reduktionsmittel reduzieren den Chromoxidgehalt in der Schlacke und senken damit den Gehalt des Chroms in der Schlacke. Zudem wird das Schäumen der Schlacke verbessert.

Im Gegensatz zu Pulver, das lokal eingespritzt werden muss, werden die Pellets an verschiedenen Stellen des Ofens über den Ofendeckel und/oder die Seitenwände des Ofens zugegeben. Dies ist mit Pulver nicht möglich, weil große Teile des Pulvers von der Entstaubungsanlage des Ofens abgesaugt würden. Es empfiehlt sich, zusätzlich die Pellets gerichtet in die Nähe und unmittelbar an die Hot Spots der Elektroden in die Schlacke einzubringen, um die Aufschäumreaktion

insbesondere an den Elektroden ablaufen zu lassen.

Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der Figuren. Es zeigen hierbei:

Fig. 1 schematisch den Querschnitt eines Elektrolichtbogenofens mit Zugabevorrichtungen für die Schlackschäumpellets;

Fig. 2 den Ofen der Fig. 1 von oben gesehen.

Der in Fig. 1 dargestellte Elektrolichtbogenofen 1 setzt sich aus einem Ofengefäß 2 mit feuerfester Wandung 3 sowie einem Ofendeckel 4 zusammen. Nach der Chargierung von Schrott und Legierungsbestandteilen werden – in diesem Fall – drei Elektroden 5a-c von oben kommend in das Ofeninnere gefahren. Aufgrund der sich bildenden Lichtbögen wird das feste Material aufgeschmolzen. Es bildet sich eine auf der Schmelze 6 schwimmende Schlackenschicht 7 aus. Damit eine Aufschäumreaktion der Schlacke 7 zwischen den Elektroden 5a-c und der feuerfesten Ofenwandung 3 stattfindet, wird Schlackschäummaterial als Formteil 8, nämlich in Form von Pellets, in das Ofeninnere eingegeben. Vorzugsweise werden die Pellets über den Ofendeckel 4 und hier über das 5. Deckelloch 9 und/oder die Seitenwände 10 chargiert. Hierzu sind Einblassysteme mit Einblasleitungen bzw. Gravitationsfördersysteme 11, die sich durch die seitlichen Ofenwände 10 erstrecken, vorgesehen. Anstelle der Einblasleitungen können auch Einblaslanzen verwendet werden.

Alternativ oder zusätzlich eignet sich zum Chargieren der Pellets auch ein pneumatisches Fördersystem 12 aus Ringleitungen. Dieses weist eine entlang des Deckels 4 verlaufende Ringleitung 13 auf, wie sie aus Fig. deutlich wird, die gleichzeitig auch radial zum Deckel verlaufende Ringleitungsabschnitte 14 aufweist. In den Ringleitungen 13, 14 bzw. der entsprechenden Deckelwand sind bei dem ge-

zeigten Beispiel drei Chargieröffnungen 15 a-c eingebracht. Über dieses System 12 werden die Pellets gleichmäßig über den Ofenquerschnitt in die Ofenschlacke 7 eingebracht. Die Chargieröffnungen 15a-c sind hierbei so angeordnet, dass die Pellets in die Nähe der Hot Spots mit der Schlacke 7 reagieren.

Die Pellets schwimmen in der Schlacke 7 und reagieren dort kontrolliert nach Ort, Zeit und Art hinsichtlich der gewünschten Gasentwicklung und damit Aufschäumreaktion. Insbesondere wird über die Einstellung der Dichte und der Größe der Pellets erreicht, dass der Gasentwicklungsprozess möglichst gleichmäßig, relativ lange und nicht zu heftig abläuft. Eine kontrollierte Reaktion an der Oberfläche der Pellets führt zu einem gleichmäßigen Schäumen der Schlacke.



Bezugszeichenliste:

- 1 Elektrolichtbogenofen
- 2 Ofengefäß
- 3 Feuerfeste Wandung
- 4 Ofendeckel
- 5 Elektroden
- 6 Schmelze
- 7 Schlacke
- 8 Formteile (Pellets)
- 9 5. Deckelloch
- 10 Seitenwände des Ofens
- 11 Einblasleitung
- 12 Pneumatisches Fördersystem
- 13 Ringleitung
- 14 Ringleitungsabschnitte
- 15 Chargieröffnungen

23. MAI 2003

40 390

SMS Demag AG, Eduard-Schloemann-Str. 4, 40237 Düsseldorf

**Verfahren zur Erzeugung einer Schaumslagge auf hochchromhaltigen  
Schmelzen in einem Elektroofen**

**Patentansprüche:**

1. Verfahren zur Erzeugung einer Schaumslagge (7) auf hochchromhaltigen Stahlschmelzen (6) in einem Elektrolichtbogenofen (1), wobei ein Gemisch aus einem Metalloxid und Kohlenstoff in den Ofen (1) eingegeben wird, wobei in der Slagge (7) das Metalloxid durch den Kohlenstoff reduziert wird und die entstehenden Gase in der Slagge Blasen bilden und diese somit die Slagge aufschäumen,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass das Gemisch aus Metalloxid und Kohlenstoff als gepresste und/oder mit einem Bindemittel versehene Formteile (8), wie Pellets, in den Ofen eingeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass die Dichte der Formteile (8) so eingestellt wird, dass sie in der Slagge (7) schwimmen.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass die Dichte der Formteile (8) so eingestellt wird, dass sie in der Slagge nahe der Phasengrenze Schmelze (6) und Slagge (7) schwimmen.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass die Dichte der Formteile (8) durch Zusatz eines Eisenträgers eingestellt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass die Dichte der Formteile (8) so eingestellt wird, dass sie in der Schlacke (7) gleichmäßig und langsam zerfallen und die Gasentwicklung gleichmäßig und relativ lange abläuft.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass die Dichte der Formteile (8) so eingestellt wird, dass sie zeitverzögert zerfallen.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass dem Gemisch zusätzlich ein Schlackenbildner, vorzugsweise Kalkstein, zugegeben wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass dem Gemisch zusätzlich ein Schlackenverflüssiger, vorzugsweise  $\text{CaF}_2$ , zugegeben wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass dem Gemisch zusätzlich ein Reduktionsmittel, vorzugsweise Silizium

und/oder Aluminium, zugegeben wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass die Formteile (8) über die Seitenwände (10) und/oder den Ofendeckel (4) des Elektroofens (1) eingegeben werden.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
dass die Formteile (8) gerichtet in die Nähe oder unmittelbar an die Hot Spots der Elektroden (5a-c) in die Schlacke (7) eingeführt werden.

12.3. MAI 2003

40 390

**SMS Demag AG, Eduard-Schloemann-Str. 4, 40237 Düsseldorf**

**Verfahren zur Erzeugung einer Schaumslagge auf hochchromhaltigen  
Schmelzen in einem Elektroofen**

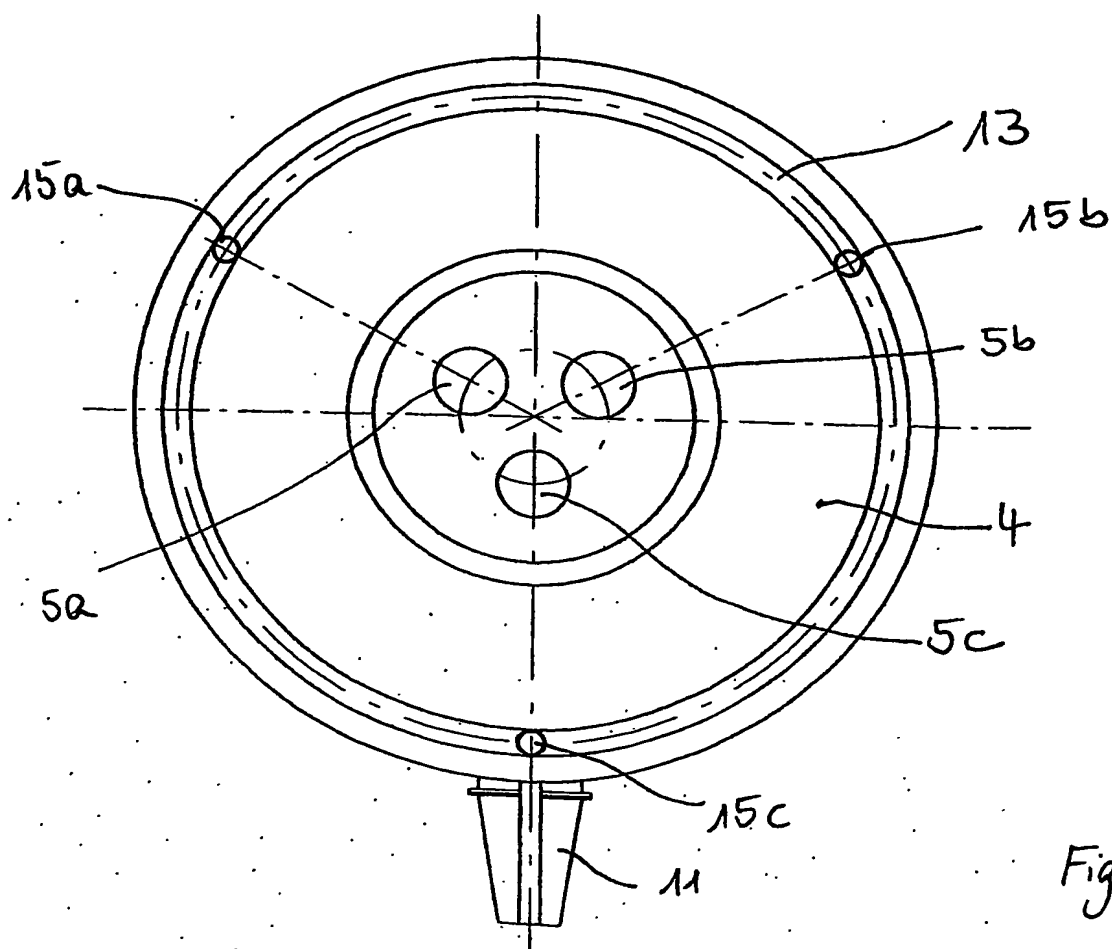
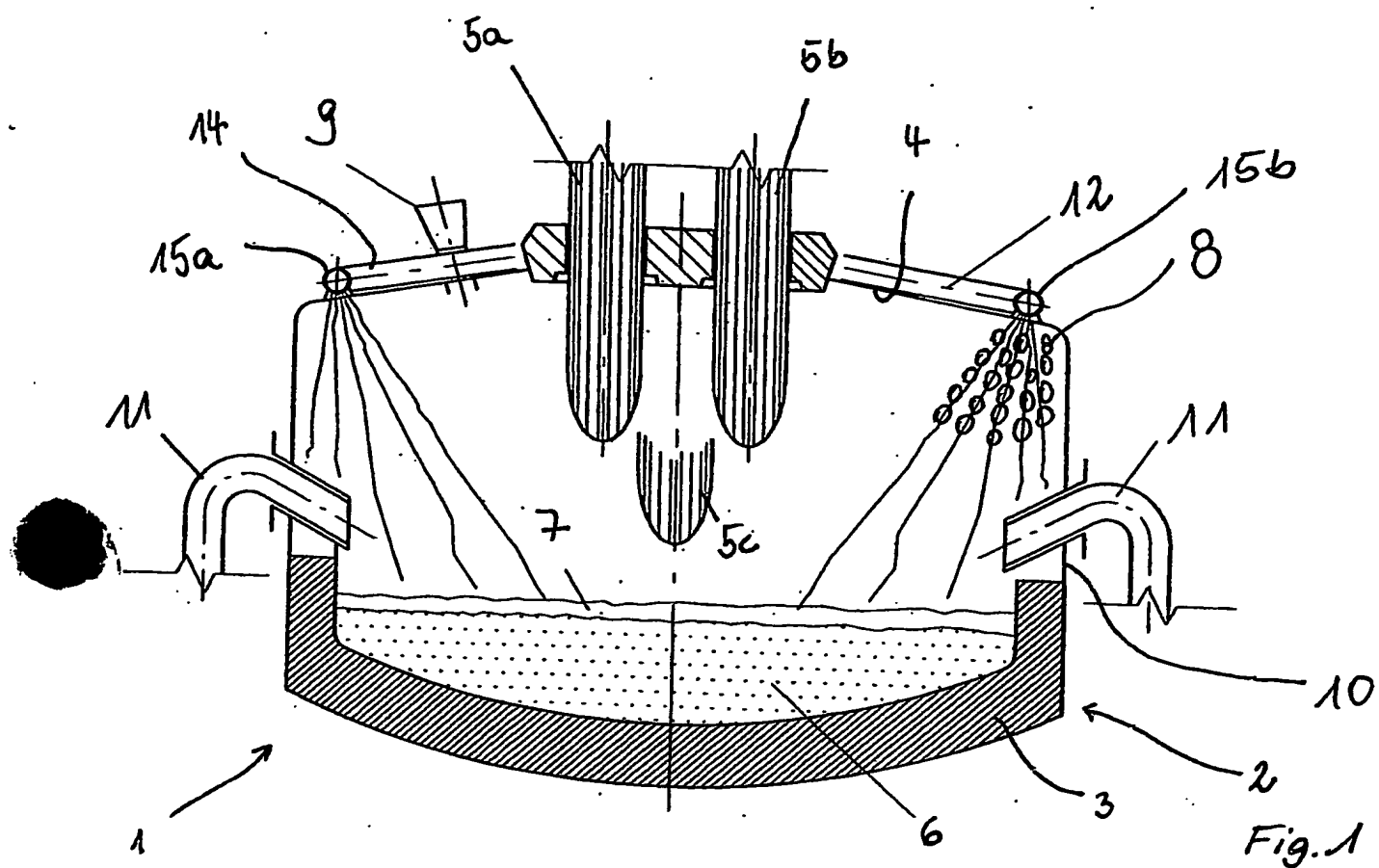
**Zusammenfassung:**

Bei einem Verfahren zur Erzeugung einer Schaumslagge auf hochchromhaltigen Stahlschmelzen in einem Elektroofen, wobei ein Gemisch aus einem Metalloxid und Kohlenstoff in den Ofen eingegeben wird, in der Slagge das Metalloxid durch den Kohlenstoff reduziert wird und die entstehenden Gase in der Slagge Blasen bilden und diese somit die Slagge aufschäumen, soll die Gasentwicklung und damit der Aufschäumprozess kontrollierbar sein. Hierzu wird vorgeschlagen, dass das Gemisch aus Metalloxid und Kohlenstoff und ggfs. einem Eisenträger als gepresste und/oder mit einem Bindemittel versehene Formteile, wie Pellets, einge-  
führt wird. Durch Einstellung der Eigenschaften, insbesondere der Dichte- und/oder Presseigenschaften der Pellets wird die Gasentwicklung hinsichtlich Ort, Art und Zeit kontrollierbar.

Fig. 1

1/1

40330



This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☒ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images  
problems checked, please do not report the  
problems to the IFW Image Problem Mailbox**